

PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : B01D 61/42, 65/08, 53/22, 53/32, B01J 35/06	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/15260 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 1. April 1999 (01.04.99)
---	----	--

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/05937

(22) Internationales Anmeldedatum: 18. September 1998
(18.09.98)

(30) Prioritätsdaten:

197 41 498.2	20. September 1997 (20.09.97)	DE
198 11 708.6	18. März 1998 (18.03.98)	DE
198 12 035.4	19. März 1998 (19.03.98)	DE
198 20 580.5	8. Mai 1998 (08.05.98)	DE
198 24 666.8	3. Juni 1998 (03.06.98)	DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): CREAVIS
GESELLSCHAFT FÜR TECHNOLOGIE UND INNOVA-
TION MBH [DE/DE]; Paul-Baumann-Strasse 1, D-45772
Marl (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PENTH, Bernd [DE/DE];
St. Barbarastrasse 1, D-66822 Lebach (DE). HÖRPEL,
Gerhard [DE/DE]; Lerchenhain 84, D-48301 Nottuln (DE).
HYING, Christian [DE/DE]; Münsterstrasse 32, D-46414
Rhede (DE).(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, NO, US, europäisches Patent
(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

*Mit internationalem Recherchenbericht.
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen
eintreffen.*

(54) Title: METHOD FOR SEPARATING MIXTURES OF SUBSTANCES USING A MATERIAL PERVIOUS TO SAID SUBSTANCES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR AUFTRENNUNG VON STOFFGEMISCHEN MITTELS EINES STOFFDURCHLÄSSIGEN
WERKSTOFFES

(57) Abstract

The present invention relates to a method for separating mixtures of substances using a material which is pervious to said substances. The use of this material for separating substances comprises briefly applying a voltage on the material, which substantially increases the efficiency of substance separation methods such micro-filtration or ultra-filtration. The material used as a membrane can be purified in different ways by applying a voltage thereto, the separation capacity being thus increased while providing an even cleaning of the membrane. The material used as a membrane can also be heated by applying a voltage thereto so as to increase the transfer of matter through the membrane. This method can be used for separating substances in various gas or liquid mixtures as well as in solutions.

(57) Zusammenfassung

Beansprucht wird ein Verfahren zur Auftrennung von Stoffgemischen mittels eines Stoffdurchlässigen Werkstoffes. Durch die erfindungsgemäße Verwendung des Stoffdurchlässigen Werkstoffes zur Stofftrennung mittels kurzzeitigem Anlegen einer Spannung an den Werkstoff ist es möglich, Stofftrennverfahren wie z.B. Mikrofiltration oder Ultrafiltration deutlich in ihrer Effektivität zu erhöhen. Zum einen wird dies dadurch erreicht, daß der als Membran eingesetzte Werkstoff durch Anlegen einer Spannung auf verschiedene Weise gereinigt werden kann, und somit die Trennleistung bei regelmäßiger Abreinigung der Membran erhöht wird, zum anderen kann der als Membran verwendete Werkstoff durch Anlegen einer Spannung aufgeheizt werden, wodurch der Stofftransport durch die Membran erhöht wird. Das erfindungsgemäße Verfahren kann zur Stofftrennung verschiedener Gasgemische, Flüssigkeitsgemische oder Lösungen eingesetzt werden.

Verfahren zur Auftrennung von Stoffgemischen mittels eines stoffdurchlässigen Werkstoffes

Beansprucht wird ein Verfahren zur Auftrennung von Stoffgemischen mittels eines stoffdurchlässigen Werkstoffes.

5

Das Auftrennen von Stoffgemischen ist ein bei der Produktion verschiedener Stoffe häufig auftretendes Problem. Besonders häufig fallen flüssige Phasen an, die Feststoffe enthalten. Diese Feststoffe, die zum Teil als sehr kleine Feststoffpartikel in den flüssigen Phasen vorliegen müssen häufig aus den Flüssigkeiten entfernt werden, bevor diese weiterverarbeitet werden können. Eine solche Trennaufgabe besteht z.B. in der Getränkeindustrie, in der Säfte von feinsten Feststoffbestandteilen getrennt werden sollen oder bei der Reinigung von Abwässern. Ebenso kann es vorkommen, daß Flüssigkeitsgemische, die zwei Flüssigkeiten unterschiedlicher Molekülgröße aufweisen voneinander getrennt werden müssen. Gelingt dies nicht durch Destillation, weil sich z.B. ein Azeotrop bildet, kann die Trennung z.B. durch Pervaporation vorgenommen werden.

15

Zur Auftrennung von Stoffgemischen werden seit langem Membranen eingesetzt. Bei den synthetischen Membranen unterscheidet man zwischen organischen und anorganischen Membranen.

20

Üblicherweise werden Membranen aus Kunststoffen oder aus anorganischen Komponenten, wie z.B. Oxiden, verwendet. Bei den bekannten Verfahren bei denen diese Membranen eingesetzt werden, wie z.B. Elektrolysen oder Filtrationen besteht immer das Problem, daß die Membranen nach relativ kurzer Verwendungszeit verstopfen und der Stoffdurchtritt durch die Membran erheblich verringert wird. Die Membranen müssen ausgetauscht und entweder umständlich gereinigt oder entsorgt werden.

25

Bei ausreichend stabilen keramischen Membranen hat sich das Rückspülprinzip durchgesetzt. In periodischen Zeitabständen wird schlagartig für eine kurze Zeit die Durchflußrichtung umgekehrt, indem von der Rückseite ein Druckstoß appliziert wird. Dieses Prinzip hat jedoch den Nachteil, effektiv nur bei der Flüssigfiltration eingesetzt werden zu können, darüber hinaus die Membranen mechanisch stark zu beanspruchen und schließlich doch nur einen Teil der

30

Anbackungen zu entfernen.

In EP 0 165 744, EP 0 380 266 und EP 0 686 420 werden Verfahren beansprucht, die zur Reinigung eines Filters durch Anlegen einer Spannung und Durchführen einer Elektrolyse an dem Filter Gasblasen entstehen lassen. Die Gasblasen reinigen die Filteroberfläche, so daß
5 längere Filterstandzeiten erreicht werden.

Mit den vorgenannten Verfahren gelingt es aber nicht das Innere eines Filters zu reinigen. Der Stoffdurchtritt durch den Filter verringert sich deshalb während der Filtration beträchtlich.

10

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Auftrennung von Stoffgemischen mittels eines stoffdurchlässigen Werkstoffes bereitzustellen, welches die Stofftrennung dadurch verbessert und wirtschaftlicher macht, daß der Stoffdurchtritt durch den Werkstoff verbessert wird.

15

Überraschenderweise wurde gefunden, daß mit einem Verfahren zur Auftrennung von Stoffgemischen mittels eines stoffdurchlässigen Werkstoffes, dadurch, daß an den Werkstoff zumindest kurzzeitig eine elektrische Spannung angelegt wird, die Stofftrennung wesentlich verbessert und wirtschaftlicher vorgenommen werden kann.

20

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist deshalb ein Verfahren zur Auftrennung von Stoffgemischen mittels eines stoffdurchlässigen Werkstoffes, dadurch gekennzeichnet, daß an den Werkstoff zumindest kurzzeitig eine elektrische Spannung angelegt wird.

25

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß durch Anlegen einer Spannung an den Werkstoff dieser erwärmt werden kann. Bei Verwendung des Werkstoffes als Membran wird die Stofftrennung durch die höhere Temperatur in der Membran wesentlich beschleunigt. Durch das Erwärmen des Werkstoffes kann außerdem erreicht werden, daß Stoffe die sich während des Stofftrennprozesses in oder auf dem Werkstoff abgelagert haben thermisch
30 zerstört werden. Dies kann sowohl während der Stofftrennung als auch in einem Reinigungszyklus geschehen.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat außerdem den Vorteil, daß durch Anlegen einer Spannung an einen stoffdurchlässigen Werkstoff Stoffe von und aus dem als Membran genutzten Werkstoff dadurch entfernt werden können, daß an und in der Membran Gasblasen entstehen, die eine Blockierung der Membran lösen.

5

Das erfindungsgemäße Verfahren hat zusätzlich den Vorteil, daß durch Anlegen einer Spannung an den Werkstoff dieser elektrisch geladen wird. Dadurch werden geladene Teilchen, die im zu trennenden Stoffgemisch vorhanden sind und die dieselbe Ladung wie der Werkstoff haben, von dem Werkstoff ferngehalten, wodurch es, in Abhängigkeit von der Porengröße des als Membran verwendeten Werkstoffes, möglich ist, auch Salze bei der Stofftrennung zurückzuhalten.

10

Das erfindungsgemäße Verfahren wird im folgenden beispielhaft beschrieben, ohne daß das Verfahren darauf beschränkt ist.

15

Erfindungsgemäß wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Auftrennung von Stoffgemischen mittels eines stoffdurchlässigen Werkstoffes, an diesen Werkstoff zumindest kurzzeitig eine elektrische Spannung angelegt.

20 Als stoffdurchlässiger Werkstoff kann ein stoffdurchlässiger Verbundwerkstoff eingesetzt werden.

Unter stoffdurchlässigen Verbundwerkstoffen bzw. Trägern werden Materialien verstanden, die durchlässig sind für Stoffe mit einer Teilchengröße von 0,5 nm bis 500 µm, je nach Ausführungsform des Verbundwerkstoffes bzw. Trägers. Die Stoffe können gasförmig, flüssig oder fest oder in einer Mischform dieser Aggregatzustände vorliegen.

25

Dieser stoffdurchlässige Verbundwerkstoff weist als Basis vorzugsweise zumindest einen durchbrochenen und stoffdurchlässigen Träger auf. Auf zumindest einer Oberfläche des Trägers und im Inneren des Trägers weist der Träger zumindest eine anorganische Komponente auf, die im wesentlichen zumindest eine Verbindung aus einem Metall, einem Halbmetall oder einem Mischmetall mit zumindest einem Element der 3. bis 7. Hauptgruppe

30

aufweist.

Der stoffdurchlässige Verbundwerkstoff kann durch Aufbringen einer Suspension, die zumindest eine, eine Verbindung zumindest eines Metalls, eines Halbmetalls oder eines
5 Mischmetalls mit zumindest einem Element der 3. bis 7. Hauptgruppe aufweisende, anorganische Komponente und ein Sol aufweist, auf eine durchbrochenen und stoffdurchlässigen Träger, und durch anschließendes, zumindest einmaliges Erwärmen, bei welchem die zumindest eine anorganische Komponente aufweisende Suspension auf oder im oder auf und im Träger verfestigt wird, erhalten werden.

10

Erfindungsgemäß kann der Verbundwerkstoff für Gase, Feststoffe oder Flüssigkeiten durchlässig sein, insbesondere für Teilchen mit einer Größe von 0,5 nm bis 10 µm.

Als durchbrochener und stoffdurchlässiger Träger können Träger verwendet werden, die
15 Zwischenräume mit einer Größe von 0,02 bis 500 µm, vorzugsweise von 100 bis 500 µm, aufweisen. Die verwendeten Träger sind zumindest teilweise elektrisch leitend.

Die Zwischenräume können Poren, Maschen, Löcher, Kristallgitterzwischenräume oder Hohlräume sein. Der Träger kann zumindest ein Material, ausgewählt aus Kohlenstoff,
20 Metallen, Legierungen, Glas, Keramiken, Mineralien, Kunststoffen, amorphen Substanzen, Naturprodukten, Verbundstoffen oder aus zumindest einer Kombination dieser Materialien, aufweisen. Die Träger, welche die vorgenannten Materialien aufweisen können, können durch eine chemische, thermische oder einer mechanischen Behandlungsmethode oder einer Kombination der Behandlungsmethoden modifiziert worden sein. Vorzugsweise weist der
25 Verbundwerkstoff einen Träger, der zumindest ein Metall, eine Naturfaser oder einen Kunststoff aufweist auf, der nach zumindest einer mechanischen Verformungstechnik bzw. Behandlungsmethode, wie z.B. Ziehen, Stauchen, Walken, Walzen, Recken oder Schmieden modifiziert wurde. Ganz besonders bevorzugt weist der Verbundwerkstoff zumindest einen Träger, der zumindest verwobene, verklebte, verfilzte oder keramisch gebundene Fasern, oder
30 zumindest gesinterte oder verklebte Formkörper, Kugeln oder Partikel aufweist, auf. In einer weiteren bevorzugten Ausführung kann ein perforierter Träger verwendet werden. Stoffdurchlässige Träger können auch solche sein, die durch Laserbehandlung oder

Ionenstrahlbehandlung stoffdurchlässig werden oder gemacht worden sind.

Es kann vorteilhaft sein, wenn der Träger Fasern aus zumindest einem Material, ausgewählt aus Kohlenstoff, Metallen, Legierungen, Keramiken, Glas, Mineralien, Kunststoffen, amorphen
5 Substanzen, Verbundstoffen und Naturprodukten oder Fasern aus zumindest einer Kombination dieser Materialien, wie z.B. Asbest, Glasfasern, Steinwollfasern, Kohlefasern, Metalldrähte, Stahldrähte, Polyamidfasern, Kokosfasern, beschichtete Fasern, aufweist. Vorzugsweise werden Träger verwendet, die zumindest verwobene Fasern aus Metall oder Legierungen aufweisen. Als Fasern aus Metall können auch Drähte dienen. Ganz besonders
10 bevorzugt weist der Verbundwerkstoff einen Träger auf, der zumindest ein Gewebe aus Stahl oder Edelstahl, wie z.B. aus Stahldrähten, Stahlfasern, Edelstahldrähten oder Edelstahlfasern durch Weben hergestellte Gewebe, aufweist, welche vorzugsweise eine Maschenweite von 5 bis 500 μm , besonders bevorzugt Maschenweiten von 50 bis 500 μm und ganz besonders bevorzugt Maschenweiten von 70 bis 120 μm , aufweisen.

15 Der Träger des Verbundwerkstoffes kann aber auch zumindest ein Streckmetall mit einer Porengröße von 5 bis 500 μm aufweisen. Erfindungsgemäß kann der Träger aber auch zumindest ein körniges, gesintertes Metall, ein gesintertes Glas oder ein Metallvlies mit einer Porenweite von 0,1 μm bis 500 μm , vorzugsweise von 3 bis 60 μm , aufweisen.

20 Der Verbundwerkstoff weist vorzugsweise einen Träger auf, der zumindest Aluminium, Silicium, Cobalt, Mangan, Zink, Vanadium, Molybdän, Indium, Blei, Wismuth, Silber, Gold, Nickel, Kupfer, Eisen, Titan, Platin, Edelstahl, Stahl, Messing, eine Legierung aus diesen Materialien oder ein mit Au, Ag, Pb, Ti, Ni, Cr, Pt, Pd, Rh, Ru und/oder Ti beschichtetes
25 Material aufweist.

Die im Verbundwerkstoff vorhandene anorganische Komponente kann zumindest eine Verbindung aus zumindest einem Metall, Halbmetall oder Mischmetall mit zumindest einem Element der 3. bis 7. Hauptgruppe des Periodensystems oder zumindest eine Mischung dieser
30 Verbindungen aufweisen. Dabei können die Verbindungen der Metalle, Halbmetalle oder Mischmetalle zumindest Elemente der Nebengruppenelemente und der 3. bis 5. Hauptgruppe oder zumindest Elemente der Nebengruppenelemente oder der 3. bis 5. Hauptgruppe

aufweisen, wobei diese Verbindungen eine Korngröße von 0,001 bis 25 µm aufweisen. Vorzugsweise weist die anorganische Komponente zumindest eine Verbindung eines Elementes der 3. bis 8. Nebengruppe oder zumindest eines Elementes der 3. bis 5. Hauptgruppe mit zumindest einem der Elemente Te, Se, S, O, Sb, As, P, N, Ge, Si, C, Ga, Al oder B oder zumindest eine Verbindung eines Elementes der 3. bis 8. Nebengruppe und zumindest eines Elementes der 3. bis 5. Hauptgruppe mit zumindest einem der Elemente Te, Se, S, O, Sb, As, P, N, Ge, Si, C, Ga, Al oder B oder eine Mischung dieser Verbindungen auf. Besonders bevorzugt weist die anorganische Komponente zumindest eine Verbindung zumindest eines der Elemente Sc, Y, Ti, Zr, V, Nb, Cr, Mo, W, Mn, Fe, Co, B, Al, Ga, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, Sb oder Bi mit zumindest einem der Elemente Te, Se, S, O, Sb, As, P, N, C, Si, Ge oder Ga, wie z.B. TiO₂, Al₂O₃, SiO₂, ZrO₂, Y₂O₃, BC, SiC, Fe₃O₄, SiN, SiP, Nitride, Sulfate, Phosphide, Silicide, Spinnelle oder Yttriumaluminiumgranat, oder eines dieser der Elemente selbst auf. Die anorganische Komponente kann auch Alumosilicate, Aluminiumphosphate, Zeolithe oder partiell ausgetauschte Zeolithe, wie z.B. ZSM-5, Na-ZSM-5 oder Fe-ZSM-5 oder amorphe mikroporöse Mischoxide, die bis zu 20 % nicht hydrolysierbare organische Verbindungen enthalten können, wie z.B. Vanadinoxid-Siliziumoxid-Glas oder Aluminiumoxid-Siliziumoxid-Methylsiliciumsesquioxid-Gläser, aufweisen.

Vorzugsweise liegt zumindest eine anorganische Komponente in einer Korngrößenfraktion mit einer Korngröße von 1 bis 250 nm oder mit einer Korngröße von 260 bis 10000 nm vor.

Es kann vorteilhaft sein, wenn der Verbundwerkstoff zumindest zwei Korngrößenfraktionen von zumindest einer anorganischen Komponente aufweist. Das Korngrößenverhältnis der Korngrößenfraktionen im Verbundwerkstoff beträgt von 1:1 bis 1:10000, vorzugsweise von 1:1 bis 1:100. Das Mengenverhältnis der Korngrößenfraktionen im Verbundwerkstoff kann vorzugsweise von 0,01 zu 1 bis 1 zu 0,01 betragen.

Die Stoffdurchlässigkeit des erfindungsgemäßen Verbundwerkstoffes kann durch die Korngröße der verwendeten anorganischen Komponente auf Teilchen mit einer bestimmten maximalen Größe begrenzt werden kann.

Die zumindest eine anorganische Komponente aufweisende Suspension, mit welcher der Verbundwerkstoff erhalten werden kann, kann zumindest eine Flüssigkeit, ausgewählt aus Wasser, Alkohol und Säure oder eine Kombination dieser Flüssigkeiten aufweisen.

- 5 Der Verbundwerkstoff kann zumindest eine katalytisch aktive Komponente aufweisen. Die katalytisch aktive Komponente kann mit der anorganischen Komponente identisch sein. Dies gilt insbesondere dann, wenn die anorganische Komponente an der Oberfläche katalytisch aktive Zentren aufweist.

Vorzugsweise weist der Verbundwerkstoff als katalytisch aktive Komponente zumindest ein
10 anorganisches Material, zumindest ein Metall oder zumindest eine metallorganische Verbindung auf, an deren Oberfläche sich katalytisch aktive Zentren befinden. Besonders bevorzugt weist der Verbundwerkstoff als katalytische Komponente ein Zeolith, wie z.B. ZSM-5, Fe-ZSM-5, Silikalit oder ein amorphes mikroporöses Mischoxid wie sie z.B. in DE 195 45 042 und/oder DE 195 06 843 beschrieben werden, wie z.B. Vanadinoxid-Siliziumoxid-
15 Glas oder Aluminiumoxid-Siliziumoxid-Methylsiliciums Sesquioxid-Gläser, auf.

Der Verbundwerkstoff kann als katalytisch aktive Komponente aber auch zumindest ein Oxid zumindest eines der Elemente Mo, Sn, Zn, V, Mn, Fe, Co, Ni, As, Sb, Pb, Bi, Ru, Re, Cr, W, Nb, Hf, La, Ce, Gd, Ga, In, Tl, Ag, Cu, Li, K, Na, Be, Mg, Ca, Sr und Ba aufweisen.

20

In einer besonderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen, katalytisch aktiven, stoffdurchlässigen Verbundwerkstoff weist dieser als katalytisch aktive Komponente zumindest Titansuboxid auf.

- 25 Es kann ebenfalls vorteilhaft sein, wenn der Verbundwerkstoff als katalytisch aktive Komponente zumindest ein Metallverbindung, ausgewählt aus den Verbindungen der Metalle Pt, Rh, Ru, Ir, Au, Ag, Os, Re, Cu, Ni, Pd und Co, oder zumindest ein Metall, ausgewählt aus den Metallen Pt, Rh, Ru, Ir, Au, Ag, Os, Re, Cu, Ni, Pd und Co, aufweist.

- 30 In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Verbundwerkstoffes kann dieser, ohne Zerstörung der im Inneren des Trägers und auf dem Träger verfestigten anorganischen Komponente, biegebar ausgeführt sein. Vorzugsweise ist der Verbundwerkstoff auf einen

kleinsten Radius von bis zu 1 mm biegsam.

Das erfindungsgemäße zumindest kurzfristige Anlegen einer elektrischen Spannung erfolgt vorzugsweise durch Anlegen der Spannung an den Träger des Werkstoffes. Die angelegte Spannung kann Gleich- oder Wechselspannung oder eine Gleichspannung, der eine Wechselspannung überlagert wird, sein. Das Anlegen der Spannung kann nicht nur kurzzeitig erfolgen sondern auch über einen längeren Zeitraum oder während der gesamten Dauer des Stofftrennungsprozesses. Das Anlegen der Spannung kann so erfolgen, daß nur ein Pol einer Stromquelle mit dem Werkstoff bzw. dem in ihm vorhandenen Träger verbunden wird oder so, daß beide Pole einer Stromquelle mit dem Werkstoff bzw. dem in ihm vorhandenen Träger verbunden wird. Das Anlegen der Spannung kann periodisch, diskontinuierlich oder kontinuierlich erfolgen.

Der Werkstoff kann als Membran verwendet werden. Diese Membran kann sowohl in Stofftrennprozessen verwendet werden, die auf dem Prinzip der Elektrolyse oder Elektrodialyse basieren, als auch in Stofftrennungsprozessen, die auf dem Prinzip der Gasfiltration, Nanofiltration, Ultrafiltration, Mikrofiltration oder Gasvaporation beruhen.

Es kann vorteilhaft sein, wenn der Werkstoff bzw. die Membran negativ oder positiv geladen ist. Dies kann z.B. dadurch erfolgen, daß der Werkstoff bzw. die Membran als Kathode oder Anode geschaltet wird.

Die anorganische Komponente im Werkstoff kann durch Schalten des Werkstoffes als Anode oder Kathode in eine elektrisch leitende Komponente überführt werden, so daß der Werkstoff, oder wenn der Werkstoff als Membran eingesetzt wird, die Membran, gut elektrisch leitend gemacht wird. Vorzugsweise werden zur Herstellung elektrisch leitender Werkstoffe bzw. Membranen solche verwendet, die als anorganische Komponente im Werkstoff zumindest Titanoxid aufweisen.

Es kann außerdem vorteilhaft sein, auf der Oberfläche und im Inneren des Werkstoffes durch Anlegen eines elektrischen Feldes oder einer elektrischen Spannung, positive oder negative Ladungen zu erzeugen.

Erfindungsgemäß kann, durch zumindest kurzzeitiges Anlegen einer Spannung an den Werkstoff, der Werkstoff von Verunreinigungen, die sich auf und in dem Werkstoff während des Stofftrennprozesses abgelagert haben, gereinigt werden. Es kann bei bestimmten Verfahren außerdem vermieden werden, daß sich Substanzen auf bzw. in dem Werkstoff bzw. der Membran ablagern, wenn die Substanzen eine gleichartige Ladung wie der Werkstoff bzw. die Membran aufweist. Die Reinigung des Werkstoffes bzw. der Membran kann während des Stofftrennprozesses oder in einem Reinigungszyklus erfolgen. Durch die Reinigung können Ablagerungen oder Verstopfungen vom Werkstoff bzw. von der Membran entfernt werden. Das Entfernen und/oder das Vermeiden von Ablagerungen bzw. Verunreinigungen bewirkt, daß der Stoffdurchtritt und/oder die Aktivität des Werkstoffes bzw. der Membran über einen längeren Zeitraum erhalten bleibt. Die Standzeiten solcher stoffdurchlässiger Werkstoffe kann dadurch erheblich verlängert werden.

Die Reinigung kann z.B. dadurch erfolgen, daß der Werkstoff eine positive oder negative Ladung annimmt und Verunreinigungen, die eine gleiche Ladung aufweisen vom Werkstoff abgestoßen werden.

Es kann vorteilhaft sein, den Werkstoff als Membranelektrode einzusetzen. Dadurch kann der Werkstoff von Verunreinigungen, die sich auf und in oder auf oder in dem Werkstoff während des Stofftrennprozesses abgelagert haben, durch Gasblasen, die durch kurzzeitiges Anlegen einer elektrischen Spannung an den Werkstoff durch Zersetzung eines Stoffes an und/oder in dem Werkstoff entstehen, gereinigt werden. Zu diesem Zweck wird der Werkstoff in wäßrigen Systemen als Kathode geschaltet und bei Anlegen einer Spannung an den Werkstoff entstehen in und/oder an dem Werkstoff Gasblasen die überwiegend Wasserstoff aufweisen. In wäßrigen Systemen entstehen an und/oder in dem als Anode geschalteten Werkstoff Gasblasen die überwiegend Sauerstoff aufweisen. In organischen Systemen entstehen Gasblasen aus z.B. Kohlendioxid oder Stickstoff an dem als Elektroden geschalteten Werkstoff. Auf diese Weise kann z.B. das Auftreten von Fouling(-Schichten) auf, an oder in Membranen vermieden werden. Als Gegenelektrode können herkömmliche Elektroden verwendet werden. Es kann aber auch vorteilhaft sein, den Werkstoff als Membran-Gegenelektrode zu verwenden. Dies kann z.B. dann vorteilhaft sein, wenn nicht nur eine Membran bzw. Filter zur Filtration verwendet wird, sondern zumindest zwei Filter. Diese können aus Werkstoffen mit gleicher

oder verschiedener Porengröße bestehen. Wird der eine Filter als Anode und der zweite als Kathode geschaltet, so können durch kurzzeitiges Anlegen einer Spannung beide Filter gleichzeitig gereinigt werden. Bei der Verwendung von mehr als zwei Filtern, können die Filter abwechselnd als Kathode oder Anode geschaltet werden. Würden bei der Reinigung explosionsfähige Gemische, wie z.B. Wasserstoff und Sauerstoff, entstehen kann es vorteilhaft sein, die Membranelektroden so anzuordnen, daß die entstehenden Gase getrennt voneinander abgeleitet werden können.

Diese oben beschriebene besondere Ausführungsart des erfindungsgemäßen Verfahrens kann bei allen zu filtrierenden Medien eingesetzt werden, die elektrisch leitend sind bzw. die sich mittels Elektrolyse in gasförmige Bestandteile zerlegen lassen. Ebenso kann das erfindungsgemäße Verfahren verwendet werden, wenn im Filtrat zumindest ein Bestandteil vorhanden ist, der sich mittels Elektrolyse in gasförmige Bestandteile umwandeln läßt.

Es kann vorteilhaft sein, wenn der Werkstoff durch Anlegen einer elektrischen Spannung geheizt wird. Dieses Heizen kann während des Stofftrennprozesses erfolgen. Durch das Heizen des Werkstoffes wird, wenn der Werkstoff als Membran eingesetzt wird, die Beweglichkeit der Teilchen, die durch die Membran hindurchtreten sollen, in der Membran erhöht. Durch einen so eingesetzten elektrisch beheizten Werkstoff läßt sich die Abtrennleistung bzw. die Durchtrittsmenge erheblich erhöhen.

Das Heizen des Werkstoffes kann aber auch in regelmäßigen Abständen innerhalb oder außerhalb des Stofftrennvorganges erfolgen. Da der Werkstoff, je nach Zusammensetzung auch hohe Temperaturen aushält, kann auf diese Weise der Werkstoff, der als Membran eingesetzt wird, von Verunreinigungen, die sich auf und in oder aber auf oder in dem Werkstoff während des Stofftrennprozesses abgelagert haben, gereinigt werden. Dabei können organische oder anorganische Verbindungen, die den als Membran eingesetzten Werkstoff verstopfen thermisch zerstört oder durch Sublimation oder Verflüssigung entfernt werden.

Es kann sinnvoll sein, einen Werkstoff bzw. eine Membran aus dem Stofftrennprozeß zu entfernen und den Werkstoff bzw. die Membran zu Reinigungszwecken durch Anlegen einer Spannung oder durch Einwirkung von Hitze von Ablagerungen oder Verunreinigungen zu

reinigen. Dies kann an Luft, in einem geeigneten Reinigungsmittel oder in einem Elektrolyten erfolgen.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann zur Elektromikrofiltration, Elektroultrafiltration oder
5 Elektronanofiltration verwendet werden.

Ebenso kann das erfindungsgemäße Verfahren zum wasserstofferzeugenden Betrieb mit gleichzeitiger katalytischer Reduktion oder zum sauerstofferzeugenden Betrieb mit gleichzeitiger katalytischer Oxidation verwendet werden.

10 Besonders geeignet ist das erfindungsgemäße Verfahren zur Trennung von Stoffen mit unterschiedlichen isoelektrischen Punkten.

Es kann vorteilhaft sein, bevorzugte Ausführungsarten des erfindungsgemäßen Verfahrens mit
zumindest einer weiteren bevorzugten Ausführungsart des erfindungsgemäßen Verfahrens zu
15 kombinieren. Ebenso kann es vorteilhaft sein, bevorzugte Ausführungsarten des Verbundwerkstoffes mit zumindest einer weiteren besonderen Ausführungsart oder -form des Verbundwerkstoffes zu kombinieren. Dem Fachmann erschließen sich mit Kenntnis der vorliegenden Erfindung weitere Ausführungsarten des erfindungsgemäßen Verfahrens und/oder weitere Verwendungsmöglichkeiten für das erfindungsgemäße Verfahren.

20

Das Verfahren wird in den folgenden Beispielen beschrieben, ohne darauf beschränkt zu sein.

Beispiel 1.1:

25 Eine Suspension aus 30g Titan-tetraisopropylat wurde mit 60g Wasser hydrolysiert und anschließend mit 45g Schwefelsäure (20%ig) peptisiert. Anschließend wurden 90g Aluminiumoxid (A16SG, Alcoa) zugegeben und bis zur vollständigen Lösung der Agglomerate gerührt. Diese Suspension wurde auf ein Streckmetall mit einer mittleren Maschenweite von 50µm aufgebracht und bei 450 °C innerhalb von 2 Sekunden getrocknet
30 und verfestigt.

Der so hergestellte Verbundwerkstoff wurde als Elektrodenmembran in einer Elektrolyse

eingesetzt. Bei Anlegung einer elektrischen Spannung von ca. 2,5 Volt an die in einer Lösung eines Edelmetalles befindliche Elektrodenmembran fand eine elektrolytische Abscheidung des Edelmetalls in den Poren des Verbundwerkstoffes statt. Dies ist nur durch die Nutzung des Titandioxid als anorganische Komponente im Verbundwerkstoff möglich, da durch Bildung von Titansuboxid bei einer Spannung von mehr als 2 Volt dieses elektrisch leitend wird. Als Gegenelektrode wurden Graphitelektroden verwendet. Hierdurch lassen sich nahezu alle bekannten Edelmetall-Katalysatoren und Edelmetall-Katalysator-Systeme (wie z.B. Pt/Rh, Pt/Pd oder Pt/ Ir) abscheiden.

10 Beispiel 1.2:

Eine Suspension aus 30g Titantetraisopropylat wurde mit 60g Wasser hydrolysiert und danach mit 45g Salpetersäure (25%ig) peptisiert. Anschließend wurden 30g Titandioxid (P25, Degussa) zugegeben und bis zur vollständigen Lösung der Agglomerate gerührt. Diese Suspension wurde auf eine Titandrahtnetz mit einer mittleren Maschenweite von 80µm aufgebracht und bei 450 °C innerhalb von 2 Sekunden getrocknet und verfestigt. Taucht man den so hergestellten Verbundwerkstoff als Kathode geschaltet mit einer Graphitanode in eine Lösung aus 1% Ammoniumnitrat in Wasser, so wird bei einer Spannung von 2,1 Volt innerhalb von 10 Stunden das Nitrat bei einer Stromausbeute von 20% nahezu vollständig abgebaut.

20 Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich also gut zur Reduktion von Nitratverbindungen, insbesondere zum Nitratabbau in wäßrigen Systemen.

Beispiel 1.3:

25 Eine Suspension aus 30g Titantetraisopropylat wurde mit 60g Wasser hydrolysiert und danach mit 45g Salpetersäure (25%ig) peptisiert. Anschließend wurden 70g 280g Aluminiumoxid des Typs CT3000SG der Fa. Alcoa zugegeben und bis zur vollständigen Lösung der Agglomerate gerührt. Diese Suspension wurde auf eine Titandrahtnetz mit einer mittleren Maschenweite von 80µm aufgebracht und bei 450 °C innerhalb von 5 Sekunden getrocknet und verfestigt.

30 Verwendet man den so hergestellten Verbundwerkstoff als Kathode geschaltet mit einer Graphitanode in einem Flachmodul, so läßt sich bei Anlegen einer Spannung von 2,5 V eine 10%ige Latexdispersion der Teilchengröße 260 nm in Crossflow-Technik klarfiltrieren, ohne

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Auftrennung von Stoffgemischen mittels eines stoffdurchlässigen Werkstoffes, dadurch gekennzeichnet, daß an den Werkstoff zumindest kurzzeitig eine elektrische Spannung angelegt wird.
5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff ein stoffdurchlässiger Verbundwerkstoff auf Basis zumindest eines durchbrochenen und stoffdurchlässigen Trägers, der auf zumindest einer Seite des Trägers und im Inneren des Trägers zumindest eine anorganische Komponente aufweist, die im wesentlichen
10 zumindest eine Verbindung aus einem Metall, einem Halbmetall oder einem Mischmetall mit zumindest einem Element der 3. bis 7. Hauptgruppe aufweist, ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff für Gase, Feststoffe oder Flüssigkeiten durchlässig ist.
15
4. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff für Teilchen mit einer Größe von 0,5 nm bis 10 µm durchlässig ist.
- 20 5. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der durchbrochene und stoffdurchlässige Träger Zwischenräume mit einer Größe von 0,02 bis 500 µm aufweist.
6. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der
25 Träger zumindest ein Material, ausgewählt aus Kohlenstoff, Metallen, Legierungen, Keramiken, Glas, Mineralien, Kunststoffen, amorphen Substanzen, Naturprodukten, Verbundstoffen oder aus zumindest einer Kombination dieser Materialien, aufweist.
7. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der
30 Träger mit zumindest einer Methode, ausgewählt aus thermischer, mechanischer und chemischer Behandlung oder einer Kombination dieser Behandlungsarten modifiziert wurde.

8. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger zumindest ein Metall oder eine Naturfaser oder einen Kunststoff aufweist und nach zumindest einer mechanischen Verformungstechnik ausgewählt aus Ziehen, Stauchen, Walzen, Recken und Schmieden modifiziert wurde.
- 5 9. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger zumindest verwobene, verfilzte oder keramisch gebundene Fasern, oder zumindest gesinterte Kugeln oder Partikel aufweist.
- 10 10. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger perforiert ist.
11. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der stoffdurchlässige Träger durch Laserbehandlung oder Ionenstrahlbehandlung
15 stoffdurchlässig gemacht wurde.
12. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger Fasern aus zumindest einem Material, ausgewählt aus Kohlenstoff, Metallen, Legierungen, Keramiken, Glas, Mineralien, Kunststoffen, amorphen Substanzen,
20 Verbundstoffen und Naturprodukten oder Fasern aus zumindest einer Kombination dieser Materialien aufweist.
13. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger zumindest verwobene Fasern aus Metall oder Legierungen aufweist.
- 25 14. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger zumindest ein Gewebe aus Stahl aufweist.
15. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der
30 Träger zumindest ein Gewebe oder ein Streckmetall mit einer Maschenweite von 5 bis 500 µm aufweist.

16. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger zumindest teilweise elektrisch leitend ist.
17. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger ein gesintertes Metall, ein Sinterglas oder ein Metallvlies mit Porenweiten von 0,1 bis 500 µm aufweist.
18. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger zumindest Aluminium, Silicium, Cobalt, Mangan, Zink, Vanadium, Molybdän, Indium, Blei, Wismuth, Silber, Gold, Nickel, Kupfer, Eisen, Titan, Platin, Edelstahl, Stahl oder Messing oder eine Legierung aus diesen Materialien oder ein mit Au, Ag, Pb, Ti, Ni, Cr, Pt, Pd, Rh, Ru und/oder Ti beschichtetes Material aufweist.
19. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die aus zumindest einer Verbindung aus zumindest einem Metall, Halbmetall oder Mischmetall mit zumindest einem Element der 3. bis 7. Hauptgruppe oder zumindest einer Mischung dieser Verbindungen bestehende anorganische Komponente zumindest eine Verbindung der Nebengruppenelemente und der 3. bis 5. Hauptgruppe oder zumindest eine Verbindung der Nebengruppenelemente und zumindest eine Verbindung der 3. bis 5. Hauptgruppe aufweist, wobei die Verbindungen eine Korngröße von 0,01 bis 25 µm aufweisen.
20. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die eine Verbindung aus zumindest einem Metall, zumindest einem Halbmetall oder zumindest einem Mischmetall mit zumindest einem Element der 3. bis 7. Hauptgruppe oder einer Mischung dieser Verbindungen aufweisende anorganische Komponente, zumindest eine Verbindung eines Elementes der 3. bis 8. Nebengruppe oder zumindest eines Elementes der 3. bis 5. Hauptgruppe mit zumindest einem der Elemente Te, Se, S, O, Sb, As, P, N, Ge, Si, C, Ga, Al oder B oder zumindest eine Verbindung eines Elementes der 3. bis 8. Nebengruppe und zumindest eines Elementes der 3. bis 5. Hauptgruppe mit zumindest einem der Elemente Te, Se, S, O, Sb, As, P, N, Ge, Si, C, Ga, Al oder B oder eine Mischung dieser Verbindungen aufweist.

21. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die anorganische Komponente zumindest eine Verbindung zumindest eines der Elemente Sc, Y, Ti, Zr, V, Cr, Mo, W, Mn, Fe, Co, B, Al, In, Tl, Si, Ge, Sn, Pb, Sb oder Bi mit zumindest einem der Elemente Te, Se, S, O, Sb, As, P, N, C, oder Ga oder zumindest eines dieser Elemente aufweist.
22. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die anorganische Komponente Alumosilicate, Aluminiumphosphate, Zeolithe oder partiell modifizierte Zeolithe aufweist.
23. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die anorganische Komponente amorphe mikroporöse Mischoxide, die bis zu 20 % nicht hydrolysierbare organische Verbindungen enthalten können, aufweist.
24. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff zumindest zwei Korngrößenfraktionen von zumindest einer anorganischen Komponente aufweist.
25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Korngrößenfraktionen im Verbundwerkstoff ein Korngrößenverhältnis von 1:1 bis 1:100 aufweist.
26. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff ein Mengenverhältnis der Korngrößenfraktionen von 0,01 zu 1 bis 1 zu 0,01 aufweist.
27. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Stoffdurchlässigkeit des Verbundwerkstoffes durch die Korngröße der verwendeten anorganischen Komponente auf Teilchen mit einer bestimmten maximalen Größe begrenzt werden kann.
28. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine anorganische Komponente aufweisende Suspension zumindest eine

Flüssigkeit, ausgewählt aus Wasser, Alkohol und Säure oder eine Kombination dieser Flüssigkeiten aufweist.

29. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß der
5 Verbundwerkstoff als katalytisch aktive Komponente zumindest ein anorganisches Material, zumindest ein Metall oder zumindest eine metallorganische Verbindung aufweist, an deren Oberfläche sich katalytisch aktive Zentren befinden.
30. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff als
10 katalytische Komponente ein Zeolith, Silikalit oder ein amorphes mikroporöses Mischoxid aufweist.
31. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff als
15 katalytisch aktive Komponente zumindest ein Oxid zumindest eines der Elemente Mo, Sn, Zn, V, Mn, Fe, Co, Ni, As, Sb, Pb, Bi, Ru, Re, Cr, W, Nb, Hf, La, Ce, Gd, Ga, In, Tl, Ag, Cu, Li, K, Na, Be, Mg, Ca, Sr und Ba aufweist.
32. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff als
20 katalytisch aktive Komponente zumindest Titansuboxid aufweist.
33. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff als
25 katalytisch aktive Komponente zumindest ein Metallverbindung, ausgewählt aus den Verbindungen der Metalle Pt, Rh, Ru, Ir, Au, Ag, Ce, Os, Re, Cu, Ni, Pd und Co, aufweist.
34. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff als
30 katalytisch aktive Komponente zumindest ein Metall, ausgewählt aus den Metallen Pt, Rh, Ce, Ru, Ir, Au, Ag, Os, Re, Cu, Ni, Pd und Co, aufweist.
35. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß der
Verbundwerkstoff elektrisch leitend ist.

36. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 2 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff biegsam ist.
37. Verfahren nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff auf
5 einen kleinsten Radius von bis zu 1 mm biegsam ist.
38. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff als Membran verwendet wird.
- 10 39. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 38, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff negativ geladen ist.
40. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 39, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff positiv geladen ist.
- 15 41. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 40, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff als Kathode geschaltet wird.
42. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 41, dadurch gekennzeichnet, daß der
20 Werkstoff als Anode geschaltet wird.
43. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 41 oder 42, dadurch gekennzeichnet, daß die anorganische Komponente im Werkstoff durch Schalten des Werkstoffes als Elektrode in eine elektrisch leitende Komponente überführt wird.
- 25 44. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 43, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Oberfläche des Werkstoffes durch Anlegen eines elektrischen Feldes positive oder negative Ladungen erzeugt werden.
- 30 45. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 44, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff von Verunreinigungen, die sich auf und in dem Werkstoff während des Stofftrennprozesses Stoffe abgelagert haben, durch kurzzeitiges Anlegen einer elektrischen

Spannung an den Werkstoff gereinigt wird.

46. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 45, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff als Membranelektrode eingesetzt wird.
- 5
47. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 46, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff von Verunreinigungen, die sich auf und in oder aber auf oder in dem Werkstoff während des Stofftrennprozesses abgelagert haben, durch Gasblasen, die durch kurzzeitiges Anlegen einer elektrischen Spannung an den Werkstoff durch Zersetzung
- 10 eines Stoffes entstehen, gereinigt wird.
48. Verfahren nach Anspruch 47, dadurch gekennzeichnet, daß in wäßrigen Systemen an und im oder aber an oder in dem als Kathode geschalteten Werkstoff Gasblasen aus Wasserstoff entstehen.
- 15
49. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 47 oder 48, dadurch gekennzeichnet, daß in wäßrigen Systemen an und im oder aber an oder in dem als Anode geschalteten Werkstoff Gasblasen aus Sauerstoff entstehen.
- 20
50. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 47 bis 48, dadurch gekennzeichnet, daß in organischen Systemen Gasblasen aus Kohlendioxid oder Stickstoff an oder in oder aber an und in dem als Elektroden geschalteten Werkstoff entstehen.
51. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 50, dadurch gekennzeichnet, daß der
- 25 Werkstoff durch Anlegen eines elektrischen Stroms geheizt wird.
52. Verfahren nach Anspruch 51, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff durch Heizen von Verunreinigungen, die sich auf und in oder auf oder in dem Werkstoff während des Stofftrennprozesses abgelagert haben, gereinigt wird.
- 30
53. Verwendung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 52 zur Elektromikrofiltration, Elektroultrafiltration oder Elektronanofiltration.

54. Verwendung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 52 zum wasserstofferzeugenden Betrieb mit gleichzeitiger katalytischer Reduktion.
55. Verwendung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 52 zum sauerstofferzeugenden Betrieb mit gleichzeitiger katalytischer Oxidation.
56. Verwendung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 52 zur Trennung von Stoffen mit unterschiedlichen isoelektrischen Punkten.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/05937

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 B01D61/42 B01D65/08 B01D53/22 B01D53/32 B01J35/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B01D B01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 380 266 A (ALCAN INT LTD) 1 August 1990 cited in the application	1-6, 9, 10, 12-18, 20, 21, 35, 38-42, 44-47, 53 48-50
A	see page 2, line 31 - page 4, line 20; claims 1-11	
X	EP 0 686 420 A (ATOMIC ENERGY AUTHORITY UK) 13 December 1995 cited in the application	1-3, 6, 12-14, 16-21, 35, 39-49 38, 50, 53
A	see column 1, line 39 - column 2, line 44	
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 February 1999

Date of mailing of the international search report

11/02/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Faria, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Appl. No.

PCT/EP 98/05937

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 96 10453 A (DAVIDSON ALEXANDER PHILIP ;IMAS UK LTD (GB); BRAY DAVID JAMES (GB)) 11 April 1996	1,39,41, 44-48,53
A	see claims 1,25-31	2,3,6,9, 12,16, 18,20, 21,35,38
A	EP 0 474 365 A (ATOMIC ENERGY AUTHORITY UK) 11 March 1992 see claim 1	1,38,39, 41, 44-47,53

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern. Application No

PCT/EP 98/05937

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0380266 A	01-08-1990	AU 4873790 A CA 2008437 A CN 1045232 A JP 2245209 A	09-08-1990 25-07-1990 12-09-1990 01-10-1990
EP 0686420 A	13-12-1995	AU 2025595 A CA 2150311 A DE 69503321 D DE 69503321 T GB 2290086 A,B JP 7328335 A NZ 272233 A US 5545311 A	21-12-1995 10-12-1995 13-08-1998 05-11-1998 13-12-1995 19-12-1995 24-03-1997 13-08-1996
WO 9610453 A	11-04-1996	AU 3573695 A CA 2201362 A EP 0784503 A	26-04-1996 11-04-1996 23-07-1997
EP 0474365 A	11-03-1992	DE 69101610 D DE 69101610 T ES 2051084 T GB 2247469 A,B JP 4244221 A	11-05-1994 21-07-1994 01-06-1994 04-03-1992 01-09-1992